

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
 US Department of Commerce  
 United States Patent and Trademark  
 Office, PCT  
 2011 South Clark Place Room  
 CP2/5C24  
 Arlington, VA 22202  
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
 in its capacity as elected Office

<b>Date of mailing</b> (day/month/year) 17 April 2001 (17.04.01)	
<b>International application No.</b> PCT/DE00/02691	<b>Applicant's or agent's file reference</b> 1999P02557WO
<b>International filing date</b> (day/month/year) 10 August 2000 (10.08.00)	<b>Priority date</b> (day/month/year) 16 August 1999 (16.08.99)
<b>Applicant</b> QUEISSER, Frank et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

06 March 2001 (06.03.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<b>The International Bureau of WIPO</b> 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	<b>Authorized officer</b>  Kiwa Mpay  Telephone No.: (41-22) 338.83.38
--	--

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

10/02/9865  
Translation  
5000

PATENT COOPERATION TREATY

37

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 1999P02557WO	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE00/02691	International filing date (day/month/year) 10 August 2000 (10.08.00)	Priority date (day/month/year) 16 August 1999 (16.08.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01R 19/00		
Applicant SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 7 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 2 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 06 March 2001 (06.03.01)	Date of completion of this report 21 November 2001 (21.11.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE00/02691

## I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages \_\_\_\_\_ 1-8 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:  
pages \_\_\_\_\_ 8(part), 9 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_ 1-7, 8(part) \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_ 31 October 2001 (31.10.2001)
- ☒ the drawings:  
pages \_\_\_\_\_ 1/4-4/4 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims. Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/DE 00/02691

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1 - 9	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	4, 8	YES
	Claims	1-3, 5-7, 9	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

1 The following documents are cited:

D1: DE-A-39 42 167;

D2: DE-A-34 29 854.

2 The present application does not meet the requirements of PCT Article 33 (2), since the subject matter of Claims 1 to 3, 5 to 7 and 9 does not involve an inventive step.

2.1 Claim 1: The document D1 cited on page 2 of the description, which is regarded as the closest prior art, discloses a method of determining the offset error in a measurement of the coil current (IL) of an electromagnetic actuator (Fig. 1), this measurement being subject to such an offset error, wherein the measurement (subject to offset error) of the coil current through the coils (16a, 17a, 19a) during operation of the actuator takes place when the coils are not supplied with electric current (column 3, lines 42 to 48). The value obtained is

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

stored as an offset error (column 3, lines 48 to 52).

The subject of Claim 1 differs therefrom in that the measurement for determining the offset error when the coil is not supplied with electric current takes place when the actuator is in a limit position. The subject matter of Claim 1 and of dependent Claims 2 to 4 is therefore novel within the meaning of PCT Article 33(2) and PCT Rule 64.1.

The method in D1 is intended for actuators whose coils are repeatedly not supplied with electric current during normal operation (column 2, lines 43 to 48). For a person skilled in the art who applies the method to a particular actuator it is obvious that the offset measurement of the coil current must be performed only under operating conditions such that no current is flowing through the coils (D1, column 3, lines 62 to 65). If for a particular actuator a limit position is such a condition, the person skilled in the art will automatically consider that the offset measurements must be performed in this limit position.

The subject of Claim 1 of the present application therefore cannot be regarded as inventive (PCT Article 33(3)).

- 2.2 Claim 2: Depending on the marginal conditions, e.g. the maximum current intensity to be measured, the need for isolation or the number of coil currents to be monitored simultaneously, a person skilled in the art will without inventive input replace the current

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

measurement by means of a Hall element as illustrated in D1 (D1, Fig. 3a) with the well-known and less expensive current measurement by means of a shunt and differential amplifier.

In addition, the person skilled in the art will if necessary ensure that the offset error signal falls within the input voltage range of a subsequent signal processing stage. In the case of a control circuit with a unipolar operating voltage, for example, the signal voltage should obviously be shifted so that it lies within the operating voltage in normal operation.

- 2.3 Claim 3: In the light of the method in D1 it is obvious that to determine the particular offset error where there are two coils, the offset measurement of the coil current concerned should be performed when the coil concerned is not supplied with electric current (cf. PCT Guidelines PCT/GL/3 IV, 8.3a).
- 2.4 Claim 5: Document D1 also discloses a circuit for determining the offset error in a measurement of the coil current (IL) of an electromagnetic actuator (Fig. 1), this measurement being subject to such an offset error, having
- a current sensor (22) coupled to a supply line to the at least one coil (16a) (see also Fig. 3a),
  - an amplifier (25) to which the output signal from the sensor element (24) is fed, and
  - a control circuit (30, 34, 35, 36) which evaluates the output signal from the amplifier (25) when the at least one coil (16a) is not

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

carrying current during operation of the actuator (1), and which stores the value obtained as an offset error and utilises it (see Box V.2, item 2.1 above).

The subject of Claim 5 differs therefrom in that current measurement is performed by means of a shunt, connected in series with the coil, and a differential amplifier, to which the voltage occurring at the shunt is supplied. The subject matter of Claim 5 and of dependent Claims 6 to 9 is therefore novel within the meaning of PCT Article 33(2) and PCT Rule 64.1.

The above-mentioned arrangement for measuring current is only one of a number of obvious possibilities from which a person skilled in the art would choose according to the circumstances, without thereby being inventive (see Box V.2, item 2.2 above).

2.5 Claim 6: see Box V.2, item 2.2 above.

2.6 Claim 7: see Box V.2, item 2.3 above.

2.7 Claim 9: The multiple detection and low-pass filtering of a signal is well known in the relevant art as a way to improve the signal-to-noise ratio, particularly in connection with the detection of drift and ageing processes.

3 The subject matter of Claims 4 and 8 is regarded for the following reasons as involving an inventive step within the meaning of PCT Article 33(3):

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- 3.1 Document D1, which is regarded as the closest prior art, discloses a method and circuit having the above-mentioned features (see especially Box V.2, paragraphs 2.1. and 2.4 above), from which the subject matter of Claims 4 and 8 differs in that in an actuator with two coils, each associated with a respective limit position, in order to transfer the actuator into one of the limit positions:
- the coil associated with this limit position is supplied first with a capturing current and then, on attainment of the limit position, with a holding current, and
  - the determination of the offset error is then performed on the other coil.
- 3.2 This ensures that during detection of the offset error in the coil current measurement of one of the coils no current flows in the coil concerned.
- 3.3 Modification of the closest prior art leading to the subject matter claimed is not regarded as obvious, since the documents cited in the international search report do not disclose the detection of the coil current in a limit position of the actuator and when the holding current has decayed, nor do they hint at such detection.
- 4 The subject matter of Claims 1 to 9 is industrially applicable as required by PCT Article 33(4) (cf. PCT Guidelines PCT/GL/3 IV, 4.1).

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 00/02691

## VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

- 1 Contrary to PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not cite document D1 or indicate the relevant prior art disclosed therein.
- 2 Independent Claims 1 and 5 have not been drafted in the two-part form defined by PCT Rule 6.3(b). Since some features of these claims are known in conjunction with one another from document D1 (see above, Box V.2, items 2.1 and 2.4), the two-part form with the said features in the preamble would appear to be appropriate in this case.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

REC'D 23 NOV 2001

WIPO PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

47



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 1999P02557WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/02691	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 10/08/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 16/08/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01R19/00		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 7 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
  - ☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 2 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  06/03/2001	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  21.11.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Jakob, C  Tel. Nr. +49 89 2399 8948 

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-8                      ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

8 (Teil),9                      ursprüngliche Fassung

1-7,8 (Teil)                      eingegangen am                      31/10/2001    mit Schreiben vom                      31/10/2001

**Zeichnungen, Blätter:**

1/4-4/4                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:
- ☐ Ansprüche,      Nr.:
- ☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	4,8
	Nein: Ansprüche	1-3, 5-7, 9
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

**VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:  
**siehe Beiblatt**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Punkt V.2**

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: DE 39 42 167 A;

D2: DE 34 29 854 A.

2. Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse Artikels 33(2) PCT, weil der Gegenstand der Ansprüche 1 bis 3, 5 bis 7 und 9 nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit beruht.
- 2.1. Anspruch 1: Das auf Seite 2 der Beschreibung erwähnte Dokument D1, das als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, offenbart ein zur Bestimmung des Offsetfehlers bei einer offsetbehafteten Messung des Spulenstroms (IL) eines elektromagnetischen Stellgerätes (siehe Figur 1) geeignetes Verfahren, bei dem die offsetfehlerbehaftete Messung des Spulenstroms durch die Spulen (16a, 17a, 19a) während des Betriebes des Stellgerätes dann erfolgt, wenn die Spulen unbestromt sind (siehe Spalte 3, Zeilen 42 bis 48). Der erhaltene Wert wird als Offsetfehler gespeichert (siehe Spalte 3, Zeilen 48 bis 52).

Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich hiervon dadurch, daß die Messung zur Bestimmung des Offsetfehlers bei unbestromter Spule dann erfolgt, wenn sich das Stellgerät in einer Endstellung befindet. Daher ist der Gegenstand des Anspruchs 1 sowie der der abhängigen Ansprüche 2 bis 4 neu im Sinne von Artikel 33(2) PCT und Regel 64.1 PCT.

Das Verfahren aus D1 ist für Stellgeräte vorgesehen, deren Spulen im normalen Betrieb immer wieder unbestromt sind (vgl. Spalte 2, Zeilen 43 bis 48). Für den Fachmann, der das Verfahren auf ein bestimmtes Stellgerät anwendet, ist es klar, daß die Offset-Messung des Spulenstroms nur in solchen Betriebszuständen durchzuführen ist, in denen kein Strom durch die Spulen fließt (siehe D1, Spalte 3, Zeilen 62 bis 65). Falls für ein bestimmtes Stellgerät eine Endstellung ein solcher Zustand ist, wird der Fachmann ohne weiteres in Betracht ziehen, die Offsetmessungen in dieser Endstellung vorzunehmen.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Der Gegenstand des Anspruchs 1 der vorliegenden Anmeldung kann daher nicht als erfinderisch betrachtet werden (Artikel 33(3) PCT).

- 2.2. Anspruch 2: Je nach den Randbedingungen, z.B. der maximal zu messenden Stromstärke, der Notwendigkeit einer Potentialtrennung oder der Anzahl der gleichzeitig zu überwachenden Spulenströme, wird der Fachmann ohne erfinderisches Zutun die in D1 gezeigte Strommessung mittels Hall-Element (siehe D1, Figur 3a) durch die allgemein bekannte, weniger aufwendige Strommessung mittels Shunt und Differenzverstärker ersetzen.

Weiterhin wird der Fachmann, falls nötig, dafür sorgen, daß das Offsetfehlersignal in den Eingangsspannungsbereich einer folgenden Signalverarbeitungsstufe fällt. Bei einer Steuerschaltung mit unipolarer Betriebsspannung z.B. liegt es nahe, die Signalspannung so zu verschieben, daß sie im normalen Betrieb innerhalb der Betriebsspannung liegt.

- 2.3. Anspruch 3: In Kenntnis des Verfahrens aus D1 ist es naheliegend, bei zwei Spulen zur Bestimmung des jeweiligen Offsetfehlers die Offset-Messung des jeweiligen Spulenstroms dann vorzusehen, wenn die jeweilige Spule unbestromt ist (vgl. die PCT Richtlinien, PCT/GL/3 IV, 8.3a).

- 2.4. Anspruch 5: Dokument D1 offenbart weiterhin eine zur Bestimmung des Offsetfehlers bei einer offsetbehafteten Messung des Spulenstroms (IL) eines elektromagnetischen Stellgerätes (siehe Figur 1) geeignete Schaltung mit
- einem an eine Zuleitung der mindestens einen Spule (16a) gekoppelten Stromsensor (22), siehe auch Figur 3a,
  - einem Verstärker (25), dem das Ausgangssignal des Sensorelements (24) zugeführt wird, und
  - einer Steuerschaltung (30, 34, 35, 36), die das Ausgangssignal des Verstärkers (25) dann auswertet, wenn die mindestens eine Spule (16a) während des Betriebes des Stellgerätes (1) keinen Strom führt, und den erhaltenen Wert als Offsetfehler speichert und weiterverwendet (siehe Abschnitt V.2. 2.1. oben).
- Der Gegenstand des Anspruchs 5 unterscheidet sich hiervon dadurch, daß zur Strommessung ein in Reihe zur Spule geschalteter Shunt und ein Differenzverstärker, dem die am Shunt abfallende Spannung zugeführt wird,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

eingesetzt wird. Daher ist der Gegenstand des Anspruchs 5 sowie der der abhängigen Ansprüche 6 bis 9 neu im Sinne von Artikel 33(2) PCT und Regel 64.1 PCT.

Die obengenannte Anordnung zur Strommessung ist nur eine von mehreren naheliegenden Möglichkeiten, aus denen der Fachmann ohne erfinderisches Zutun den Umständen entsprechend auswählen würde, siehe Abschnitt V.2. 2.2 oben.

2.5. Anspruch 6: siehe Abschnitt V.2. 2.2 oben.

2.6. Anspruch 7: siehe Abschnitt V.2. 2.3 oben.

2.7. Anspruch 9: Die mehrfache Erfassung und Tiefpassfilterung eines Signals ist eine im betroffenen Fachgebiet allgemein bekannte Maßnahme zur Verbesserung des Signal/Rausch-Verhältnisses, insbesondere im Zusammenhang mit der Erfassung von Drift- und Alterungsvorgängen.

3. Der Gegenstand der unabhängigen Ansprüche 4 und 8 wird aus folgenden Gründen als auf einer erfinderischen Tätigkeit beruhend im Sinne von Artikel 33(3) PCT betrachtet:

3.1. Das Dokument D1, das als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, offenbart ein Verfahren sowie eine Schaltung mit den obengenannten Merkmalen (siehe insbesondere die Abschnitte V.2. 2.1 und 2.4 oben), von denen sich der Gegenstand der Ansprüche 4 und 8 dadurch unterscheidet, daß bei einem Stellgerät mit zwei jeweils einer Endstellung zugeordneten Spulen zum Überführen des Stellgerätes in eine der Endstellungen

- die dieser Endstellung zugeordnete Spule zuerst mit einem Fangstrom und dann nach Erreichen der Endstellung mit einem Haltestrom bestromt wird, und
- dann die Bestimmung des Offsetfehlers an der anderen Spule durchgeführt wird.

3.2. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß während der Erfassung des Offsetfehlers der Spulenstrommessung einer der Spulen in der betreffenden Spule kein Strom

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

mehr fließt.

- 3.3. Eine zum beanspruchten Gegenstand führende Modifikation des nächstliegenden Standes der Technik wird nicht als naheliegend angesehen, weil in den im internationalen Recherchenbericht genannten Dokumenten die Erfassung des Spulenstroms in einer Endstellung des Stellgerätes und bei abgeklungenem Haltestrom nicht offenbart ist und dort auch nicht auf eine derartige Erfassung hingewiesen wird.
4. Der Gegenstand der Ansprüche 1 bis 9 ist entsprechend den Erfordernissen des Artikels 33(4) PCT gewerblich anwendbar (vgl. die PCT-Richtlinien PCT/GL/3 IV, 4.1).

#### **Punkt VII**

1. Entgegen den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder das Dokument D1 noch der dort offenbarte einschlägige Stand der Technik angegeben.
2. Die unabhängigen Ansprüche 1 und 5 sind nicht in der zweiteiligen Form gemäß Regel 6.3 b) PCT abgefaßt. Da einige der Merkmale dieser Ansprüche in Verbindung miteinander aus Dokument D1 bekannt sind (siehe oben, Abschnitte V.2. 2.1 bzw. 2.4), erscheint im vorliegenden Fall eine Zweiteilung mit den obengenannten Merkmalen im Oberbegriff zweckmäßig.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Offsetfehlers bei einer off-  
setbehafteten Messung des Spulenstroms eines elektromagneti-  
schen Stellgerätes (1), bei welchem Verfahren  
5 die offsetfehlerbehaftete Messung des Spulenstroms durch eine  
Spule (14, 16) dann erfolgt, wenn sich das Stellgerät (1)  
während des Betriebes des Stellgerätes (1) in einer Endstel-  
lung befindet, in der die Spule (14, 16) unbestromt ist, und  
10 der erhaltene Wert als Offsetfehler genommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Spulen-  
strom durch Potentialabgriff vor und nach einem mit der Spule  
15 (14, 16) in Reihe geschalteten Widerstand gemessen wird, wobei  
die Potentialabgriffe einem Differenzverstärker (30) zuge-  
führt werden, und zum Ausgangswert des Differenzverstärkers  
(30) ein konstanter Wert addiert wird, um immer ein Offset-  
fehlersignal bestimmter Polarität zu erhalten.

20

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass bei einem  
Stellgerät (1) mit zwei jeweils einer Endstellung zugeordne-  
ten Spulen (14, 16) zur Bestimmung des Offsetfehlers der Spu-  
25 lenstrom durch diejenige Spule (14, 16) gemessen wird, die  
nicht der aktuell vorliegenden Endstellung zugeordnet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass zum Über-  
30 führen des Stellgerätes (1) in eine Endstellung, die dieser  
Endstellung zugeordnete Spule (14, 16) zuerst mit einem Fang-  
strom und dann nach Erreichen der Endstellung mit einem Hal-  
testrom bestromt wird und dass dann die Bestimmung des Off-  
setfehlers an der anderen Spule (14, 16) durchgeführt wird.

35

GEÄNDERTES BLATT

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5. Schaltung zur Bestimmung des Offsetfehlers bei einer off-  
setfehlerbehafteten Messung des Spulenstroms  $I$  eines mindes-  
tens eine Spule (14, 16) aufweisenden elektromagnetischen  
5 Stellgerätes (1) mit einem in Reihe in eine Zuleitung der  
Spule (14, 16) geschalteten Widerstand (R), einem Differenz-  
verstärker (30), dem das Potential beiderseits des Widerstan-  
des (R) zugeführt wird, und einer Steuerschaltung (33, 34,  
35), die den Ausgang des Differenzverstärkers (30) dann aus-  
10 wertet, wenn die Spule (14, 16) während des Betriebes des  
Stellgerätes (1) keinen Strom führt, und den erhaltenen Wert  
als Offsetfehler  $I_0$  nimmt.

6. Schaltung nach Anspruch 5,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Ausgang  
des Differenzverstärkers (30) zusammen mit dem Ausgang einer  
Konstantspannungsquelle (32) einem Addierglied (31) zugeführt  
wird, so dass immer ein Offsetfehlersignal bestimmter Polari-  
tät vorliegt.

20 7. Schaltung nach einem der vorherigen Schaltungsansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass für ein  
Stellgerät mit zwei jeweils einer Endstellung (19, 20) zuge-  
ordneten Spulen in der Zuleitung zu jeder Spule (14, 16) ein  
25 Widerstand (R) geschaltet ist, die daran abfallende Spannung  
jeweils ein Differenzverstärker (30) abgreift, und die Steu-  
erschaltung (33, 34, 35) beide Ausgänge der Differenzverstär-  
ker (30) auswertet.

30 8. Schaltung nach Anspruch 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Steuer-  
schaltung (33, 34, 35) zur Bestromung der Spulen (14, 16) so  
ausgebildet ist, dass zum Überführen des Stellgerätes (1) in  
eine Endstellung (19, 20) die dieser Endstellung (19, 20) zu-  
geordnete Spule (14, 16) zuerst einen Fangstrom ( $F_s$ ,  $F_o$ ) und  
35 dann nach Erreichen der Endstellung (19, 20) einen Haltestrom

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. Februar 2001 (22.02.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/13131 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01R 19/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02691

(22) Internationales Anmeldedatum:  
10. August 2000 (10.08.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
199 38 779.6 16. August 1999 (16.08.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): QUEISSER, Frank  
[DE/DE]; Keilberger Schulweg 9, D-93055 Regensburg  
(DE). VOGT, Thomas [DE/DE]; Boessner Str. 25/II,  
D-93049 Regensburg (DE). FRANZ, Thomas [DE/DE];  
Höfener Str. 152 A, D-90431 Nürnberg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München  
(DE).

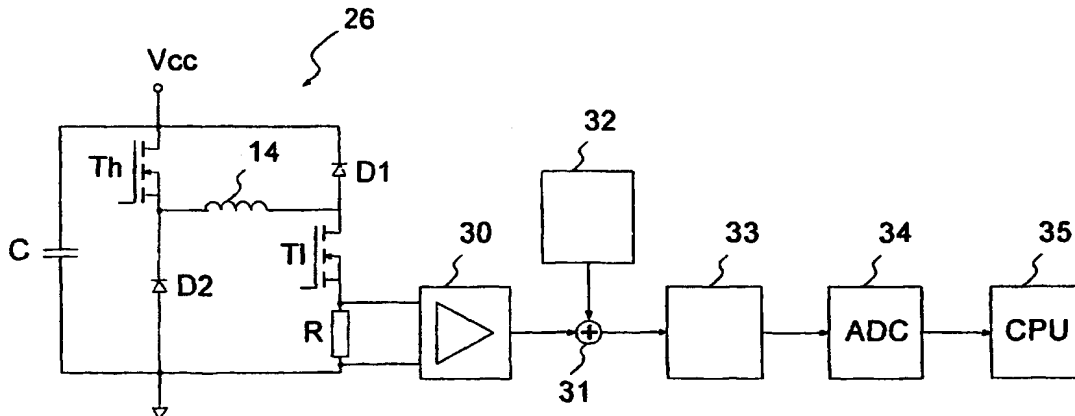
(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CIRCUIT AND METHOD FOR DETERMINING THE OFFSET ERROR OF A MEASUREMENT OF THE COIL  
CURRENT OF AN ELECTROMAGNETIC ACTUATOR THAT IS SUBJECT TO SUCH AN OFFSET ERROR

(54) Bezeichnung: SCHALTUNG UND VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DES OFFSETFEHLERS BEI EINER OFFSET-  
FEHLERBEHAFTETEN MESSUNG DES SPULENSTROMS EINES ELEKTROMAGNETISCHEN STELLGERÄTES



(57) Abstract: The invention relates to a circuit and to a method for determining the offset error of the measurement of the coil current of an electromagnetic actuator (1) that is subject to such an offset error. According to the inventive method, the electric current (I) flowing through the coil (14, 16) is measured when the actuator (1) has reached a final position (19, 20) in which the coil (14, 16) is not supplied with electric current. The measuring value obtained is used to determine an offset error. For an actuator (1) that actuates a gas exchange valve (2, 3, 4) the offset error is preferably determined only when the gas exchange valve (2, 3, 4) has reached its final position (19, 20) in which the coil (16, 14) for which the offset error should be determined is not supplied with electric current.

(57) Zusammenfassung: Bei der Spulenstrommessung an einem elektromagnetischen Stellgerät (1) wird der Strom (I) durch die Spule (14, 16) dann gemessen, wenn sich das Stellgerät (1) in einer Endstellung (19, 20) befindet, in der die Spule (14, 16) nicht bestromt ist. Aus dem sich dann einstellenden Meßwert kann ein Offsetfehler ermittelt werden. Bei einem Stellgerät (1), das ein

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/13131 A1

**Veröffentlicht:**

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Beschreibung

Schaltung und Verfahren zur Bestimmung des Offsetfehlers bei einer offsetfehlerbehafteten Messung des Spulenstroms eines elektromagnetischen Stellgerätes

Die Erfindung betrifft eine Schaltung und ein Verfahren zur Bestimmung des Offsetfehlers bei einer offsetbehafteten Messung des Spulenstroms eines elektromagnetischen Stellgerätes.

Elektromagnetische Stellgeräte, die beispielsweise ein Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine antreiben, weisen üblicherweise mindestens eine Spule auf. Ein elektromagnetisches Stellgerät für Gaswechselventile ist beispielsweise aus der DE 297 12 502 U1 oder EP 0 724 067 A1 bekannt. Es weist eine zwischen einer geschlossenen und einer offenen Stellung liegende Ruhestellung auf, aus der es mittels Elektromagneten ausgelenkt werden kann.

Um ein von diesem Stellgerät angetriebenes Gaswechselventil zu öffnen oder zu schließen, wird die der jeweiligen Endstellung zugeordnete Spule bestromt, wobei der erforderliche Strom in der Fangphase größer ist als in der Haltephase, in der das Gaswechselventil in der Endstellung des Stellgerätes gehalten wird.

Wird der entsprechende Elektromagnet dabei einfach mit Strom beaufschlagt, so trifft der Ventilteller des Gaswechselventils mit hoher Geschwindigkeit auf den Ventilsitz, was Lärm erzeugt und verschleißfördernd ist. Um dies zu vermeiden, muss die Auftreffgeschwindigkeit verringert werden. Dazu wird die Bestromung geeignet geregelt.

Dazu ist es bei elektromagnetischen Stellgeräten erforderlich, den Spulenstrom zu messen.

Dies kann beispielsweise durch Potentialabgriffe an einem mit der Spule in Reihe geschalteten Widerstand erfolgen. Mittels des Ohmschen Gesetzes lässt sich dann aus dem Wert des Widerstandes sowie dem gemessenen Spannungsabfall der Strom er-  
5 rechnen.

Üblicherweise wird der Spannungsabfall mit einer Analogschaltung erfasst. Bei einer solchen Analogschaltung ist ein Offsetfehler unvermeidlich, d.h. die gemessene Spannung ist zu  
10 groß oder zu klein. Eine Messeinrichtung, die eine automatische Offsetspannungskompensation vornimmt, ist zwar aus DE 34 29 854 A1 bekannt, jedoch benötigt man dazu einen besonderen Hybridbaustein, was relativ aufwendig ist. Eine ähnlich wirkende Schaltungsanordnung ist aus DE 34 48 182 C2 bekannt.  
15 Dabei wird ein Speicherbaustein zur Offsetkompensation verwendet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltung eines elektromagnetischen Stellgeräts bzw. ein Verfahren zur  
20 Bestimmung des Offsetfehlers bei einer offsetfehlerbehafteten Messung des Spulenstroms eines elektromagnetischen Stellgeräts zu schaffen, so dass keine besonderen Bausteine benötigt werden.

25 Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen 1 und 5 gekennzeichnete Erfindung gelöst.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass es eine Endstellung des Stellgerätes gibt, in der eine Spule unbestromt  
30 ist. Misst man zu diesem Zeitpunkt den Spulenstrom, lässt sich daraus der Offsetfehler ermitteln.

Bei einem Stellgerät, das beispielsweise zum Antrieb eines Gaswechselventils verwendet wird und bei dem zum Öffnen oder  
35 Schließen des Gaswechselventils die der entsprechenden Endstellung zugeordnete Spule zuerst mit einem Fangstrom und dann mit einem Haltestrom bestromt wird, erfolgt die Bestim-

mung des Offsetfehlers vorzugsweise an derjenigen Spule, die der anderen Endstellung zugeordnet ist, dann, wenn die bestromte Spule sich in der Haltephase befindet. Zu diesem Zeitpunkt ist nämlich sichergestellt, dass die Spule, bei deren Schaltung der Offsetfehler bestimmt wird, nicht bestromt ist. In der Fangphase ist dies nicht sichergestellt, da beispielsweise der Strom aus seiner vorherigen Haltephase noch abklingen kann bzw. u.U. zum verzögerten Überführen des Stellgerätes in die andere Endstellung während der Fangphase die Spule noch kurzzeitig bestromt wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen Schnitt durch ein Stellgerät für ein Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine,

Fig. 2 die Zeitreihe des Stromverlaufes durch die zwei Spulen der Fig. 1,

Fig. 3 eine Schaltung zum Erfassen des Spulenstroms durch eine Spule und

Fig. 4 die beim Betrieb des Gaswechselventils durchlaufenen Zustände in einem Flussdiagramm.

Fig. 1 zeigt ein elektromagnetisches Stellgerät 1 für ein als Tellerventil ausgebildetes Gaswechselventil, das aus einem Ventilteller 2 mit Ventilsitz 3 und einem Ventilschaft 4 besteht, der in einer gehäuseseitigen Führung 5 gelagert ist und am oberen Ende mit einem Kegelstück 6 versehen ist. Der Ventilteller wird vom Stellgerät 1 zwischen zwei Endstellungen bewegt: In einer oberen Endstellung ist das Gaswechselventil geschlossen und in einer unteren Endstellung geöffnet.

Eine zwischen der gehäuseseitigen Führung 5 und dem Kegelstück 6 angeordnete Ventulfeder 8 beaufschlagt den Ventilteller in die Schließstellung.

- 5 Das Stellgerät 1 besteht weiter aus einem oberen ferromagnetischen Spulenkörper 10 und einem unteren ferromagnetischen Spulenkörper 12, die jeweils eine Spule 14 und 16 tragen.

10 Innerhalb des oberen Spulenkörpers 10 ist verschiebbar ein Ankerschaft 17 gelagert, der einen plattenförmigen Anker 18 aufweist, der zwischen den beiden Spulen 14, 16 liegt. Die dem Anker 18 zugekehrten Stirnseiten 19 und 20 der beiden Spulenkörper 10 und 12 bilden Anschläge für den Anker 18 und definieren damit die obere und untere Endstellung des Gaswechselventils, in der es geöffnet bzw. geschlossen ist.

15

Eine Aktuatorfeder 22 ist zwischen dem Ankerschaft 17 und einem gehäuseseitigen Anschlag 24 eingespannt und beaufschlagt den Anker 18 in Richtung Öffnungsstellung des Ventiltellers 2. Der Anker 18 liegt auf dem Ventilschaft 4 auf. Solange die Spulen 14 und 16 stromlos sind, wird der Anker 18 von der Ventulfeder 8 und der Aktuatorfeder 22 in der Mittelstellung zwischen den beiden Stirnseiten 19 und 20 gehalten, wie dies in der Zeichnung dargestellt ist.

20

25 Die beiden Spulen 14 und 16 werden jeweils von einer Treiberschaltung 26, 27 bestromt, die von einer Regelschaltung 28 angesteuert werden.

30 Zur Messung des Hubes des Ankertellers 2 ist weiter ein Piezoelement 30' an der Aktuatorfederabstützung vorgesehen. Ein weiteres Piezoelement 32' ist an der gehäuseseitigen Führung 5 vorgesehen. Die Ausgangssignale der beiden Piezoelemente 30', 32' werden der Regelschaltung 28 zugeführt, die sie dazu verwendet, die Auftreffgeschwindigkeit des Ankers 18 auf den Spulenkörpern 10 bzw. 12 an den Stirnseiten 19 bzw. 20 so zu regeln, dass das Ventil ohne Prallen, geräuscharm, rasch und

35

zuverlässig in die jeweilige Endstellung überführt werden kann.

In Fig. 2 ist der Strom I durch die Spule 14 bzw. 16 über der Zeit t aufgetragen. Dabei ist der Strom I durch die Spule 14 durchgezogen dargestellt, der Strom durch die Spule 16 gestrichelt. Dieser Stromverlauf wird von der Regelschaltung 28 eingestellt, um mit Hilfe einer Fangstromschaltung das Ventil ohne Prallen zuverlässig in die jeweils andere Endstellung umzuschalten. Hierzu wird der den Anker 18 in der jeweiligen Endstellung haltende Haltestrom  $H_s$ ,  $H_o$  abgeschaltet, so dass der Anker von der betreffenden, sich entspannenden Feder in Richtung auf die andere Endstellung in Bewegung gesetzt wird. Gleichzeitig wird die entsprechende Wicklung 14 oder 18 mit dem Fangstrom  $F_o$ ,  $F_s$  bestromt. Zum Schließen des Ventils wird die Spule 14 mit dem Fangstrom  $F_s$  bestromt. Sitzt der Anker 18 auf der Stirnseite 19 auf, so wird die Spule 14 nur noch mit niedrigerem Haltestrom  $H_s$  bestromt, der ausreicht, den Anker 18 und damit das Gaswechselventil in der geschlossenen Stellung zu halten.

Zum Öffnen des Gaswechselventils wird der Haltestrom  $H_s$  durch die Spule 14 abgeschaltet und der Fangstrom  $F_o$  durch die Spule eingeschaltet. Ist der Anker 18 unter Wirkung der Ventilteller 8 und der Aktuatorfeder 22 sowie des durch den Fangstrom  $F_o$  erzeugten magnetischen Feldes an die Stirnseite 20 gelangt, wird die Bestromung der Spule 16 auf den Haltestrom  $H_o$  umgeschaltet und der Ventilteller 2 in der offenen Stellung gehalten. Um das Ventil wiederum zu schließen wird analog der Haltestrom  $H_o$  ab- und der Fangstrom  $F_s$  eingeschaltet.

Das Gaswechselventil durchläuft also die in Fig. 4 dargestellten Zustände I bis IV. In Zustand I ist das Ventil geschlossen und in der Spule 14 fließt der Haltestrom  $H_s$ . Als nächstes wird im Zustand II das Ventil geöffnet, wozu die Spule 16 mit dem Fangstrom  $F_o$  bestromt wird und der Haltestrom  $H_s$  in der Spule 14 langsam abklingt. Ist der Anker 18 an der Stirnseite 20 angelangt, wird die Bestromung der Spule

16 auf den Haltestrom  $H_0$  umgeschaltet und das Ventil ist geöffnet (Zustand III der Fig. 4). Zum Schließen wird wiederum die Spule 14 mit Fangstrom beaufschlagt, was als Zustand IV in Fig. 4 dargestellt ist. Ist der Anker 18 an der Stirnseite 5 19 angelangt, liegt wieder Zustand I vor.

Um nun den Strom durch die Spule 14, 16 in der Regelschaltung 28 verwenden zu können, ist eine Messung des Spulenstroms erforderlich. Die dazu erforderliche Treiberschaltung ist zusammen mit einer genaueren Darstellung der Regelschaltung 28 10 in Fig. 3 beispielhaft dargestellt. Die Fig. 3 zeigt die Treiberschaltung 26 für die Spule 14. Die Treiberschaltung 27 ist analog ausgebildet.

15 Die Spule 14 wird, wie in Fig. 3 zu sehen ist, durch eine asymmetrische Halbbrücke angesteuert. Dabei ist die Spule 14 zwischen einen Highside-FET  $T_h$ , der andererseits an die Versorgungsspannung  $V_{cc}$  angeschlossen ist, und einen Lowside-FET  $T_l$  geschaltet, der wiederum andererseits über einen Wider- 20 stand  $R$  an das Bezugspotential angeschlossen ist. Zwischen das Bezugspotential und den Verbindungsknoten der Spule 14 mit dem Highside-FET  $T_h$  ist in Durchlassrichtung eine Diode  $D_2$  geschaltet. Zwischen den Verbindungsknoten der Spule 14 mit dem Lowside-FET  $T_l$  und der Versorgungsspannung  $V_{cc}$  ist in 25 Durchlassrichtung eine Diode  $D_1$  geschaltet. Schließlich ist die Versorgungsspannung  $V_{cc}$  mit dem Bezugspotential über einen Kondensator  $C$  verbunden. Zwischen Lowside-FET  $T_l$  und dem Bezugspotential liegt ein Widerstand  $R$ .

30 Durch Ein- und Ausschalten des Highside- und/oder Lowside-FET  $T_h$ ,  $T_l$  wird ein Sollstrom in der Spule 14 eingeregelt. Dabei wird der Iststrom über den Spannungsabfall am Widerstand  $R$  im Lowsidezweig gemessen. Der Spannungsabfall wird von einem Differenzverstärker 30 abgegriffen, dessen Ausgangswert über 35 einen Addierknoten 31 einem Filter 33 und weiter einem Analog/Digital-Wandler 34 und einem Microcontroller 35 zugeführt wird. Bei der Bestimmung des Spannungsabfalls mittels des

Differenzverstärkers 30 ist ein Offsetfehler unvermeidlich, wodurch der Iststrom verfälscht ist.

Ist der Sollstrom Null, dann sperren Highside- und Lowside-FET Th, Tl. In diesem Zustand fließt kein Strom durch den Widerstand R und die Spannung am Eingang des Differenzverstärkers 30 ist Null. Aufgrund des internen Aufbaus des Differenzverstärkers 30 ist es aber möglich, das offsetfehlerbedingt am Ausgang eine negative Spannung anliegt. Bei einer unipolar aufgebauten Messkette, wie sie üblicherweise in der Kraftfahrzeugelektrik verwendet wird, ist eine negative Messspannung aber nicht erwünscht. Aus diesem Grund wird ein künstlich erzeugter Offset am Addierknoten 31 aufaddiert. Dazu wird dem Addierknoten 31 zusätzlich der Ausgang einer Konstantspannungsquelle 32 zugeführt. Somit liegt am Eingang des Filters 33 immer eine positive Spannung an.

Zur Bestimmung des Offsetfehlers muss sichergestellt sein, dass der Widerstand R nicht von einem Strom durchflossen wird. Dies kann für die Spule 14 nur in der Haltephase der anderen Spule 16 gewährleistet werden, da es sich dabei um eine Endstellung handelt, in der die Spule 14, an deren Schaltung 26 der Offsetfehler bestimmt werden soll, nicht bestromt ist. Nach Bestimmung des Offsetfehlers  $I_o$  der nicht angesteuerten Spule, kann bei der nächsten Ansteuerung der Spule im darauffolgenden Zyklus der Iststrom  $I_m$  wie folgt korrigiert werden:  $I_{korrr} = I_m - I_o$

Vorzugsweise wird der Offsetfehler  $I_o$  in der Spule 14 mehrfach abgetastet gemessen und über die Messwerte ein gewichteter Mittelwert wie folgt gebildet:

$$I_{o,i} = I_{o,i+1} \cdot (1-k) + I_m \cdot k$$

Dieser gewichtete Mittelwert ist eine mögliche Form einer Tiefpassrealisierung; andere sind denkbar. Dabei ist  $I_{o,i}$  die i-te Messung des Offsetfehlers,  $I_m$  der Istwert des Stromes

(Rohwert des Analog/Digitalwandlers 34) und  $k$  ein Gewichtungsfaktor.

5 Diese Tiefpassfilterung trägt der Erkenntnis Rechnung, dass der Offsetfehler  $I_0$  temperaturbedingt fluktuiert und sich bezogen auf die Abtastrate, mit der der Offsetfehler bestimmt wird, nur langsam ändert.

10 Die Erfindung wurde vorstehend bei Anwendung auf ein Stellgerät 1 für ein Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine beschrieben. Sie ist jedoch nicht darauf eingeschränkt, sondern kann auch auf andere Stellgeräte Anwendung finden. Auch muss das Stellgerät nicht zwei Spulen aufweisen, es genügt, dass  
15 ist.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Offsetfehlers bei einer off-  
setbehafteten Messung des Spulenstroms eines elektromagnetischen  
5 Stellgerätes, bei welchem Verfahren  
die offsetfehlerbehaftete Messung des Spulenstroms durch eine  
Spule dann erfolgt, wenn sich das Stellgerät während des Be-  
triebes des Stellgerätes in einer Endstellung befindet, in  
der die Spule unbestromt ist, und  
10 der erhaltene Wert als Offsetfehler genommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Spulen-  
strom durch Potentialabgriff vor und nach einem mit der Spule  
15 in Reihe geschalteten Widerstand gemessen wird, wobei die Po-  
tentialabgriffe einem Differenzverstärker zugeführt werden,  
und zum Ausgangswert des Differenzverstärkers ein konstanter  
Wert addiert wird, um immer einen Offsetfehler bestimmter Po-  
larität zu erhalten.

20 3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass bei einem  
Stellgerät mit zwei jeweils einer Endstellung zugeordneten  
Spulen zur Bestimmung des Offsetfehlers der Spulenstrom durch  
25 diejenige Spule gemessen wird, die nicht der aktuell vorlie-  
genden Endstellung zugeordnet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass zum Über-  
30 führen des Stellgerätes in eine Endstellung, die dieser End-  
stellung zugeordnete Spule zuerst mit einem Fangstrom und  
dann nach Erreichen der Endstellung mit einem Haltestrom  
bestromt wird und dass dann die Bestimmung des Offsetfehlers  
an der anderen Spule durchgeführt wird.

35

5. Schaltung zur Bestimmung des Offsetfehlers bei einer offsetfehlerbehafteten Messung des Spulenstroms  $I$  eines mindestens eine Spule (14, 16) aufweisenden elektromagnetischen Stellgerätes (1) mit einem in Reihe in eine Zuleitung der Spule (14, 16) geschalteten Widerstand (R), einem Differenzverstärker (30), dem das Potential beiderseits des Widerstandes (R) zugeführt wird, und einer Steuerschaltung (33, 34, 35), die den Ausgang des Differenzverstärkers (30) dann auswertet, wenn die Spule (14, 16) während des Betriebes des Stellgerätes (1) keinen Strom führt, und den erhaltenen Wert als Offsetfehler  $I_0$  nimmt.

6. Schaltung nach Anspruch 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Ausgang des Differenzverstärkers (30) zusammen mit dem Ausgang einer Konstantspannungsquelle (32) einem Addierglied (31) zugeführt wird, so dass immer ein Offsetfehler bestimmter Polarität vorliegt.

7. Schaltung nach einem der vorherigen Schaltungsansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass für ein Stellgerät mit zwei jeweils einer Endstellung (19, 20) zugeordneten Spulen in der Zuleitung zu jeder Spule (14, 16) ein Widerstand (R) geschaltet ist, die daran abfallende Spannung jeweils ein Differenzverstärker (30) abgreift, und die Steuerschaltung (33, 34, 35) beide Ausgänge der Differenzverstärker (30) auswertet.

8. Schaltung nach Anspruch 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Steuerschaltung (33, 34, 35) zur Bestromung der Spulen (14, 16) so ausgebildet ist, dass zum Überführen des Stellgerätes (1) in eine Endstellung (19, 20) die dieser Endstellung (19, 20) zugeordnete Spule (14, 16) zuerst einen Fangstrom ( $F_s$ ,  $F_o$ ) und dann nach Erreichen der Endstellung (19, 20) einen Haltestrom ( $H_s$ ,  $H_o$ ) führt, und dass die Steuerschaltung (33, 34, 35)

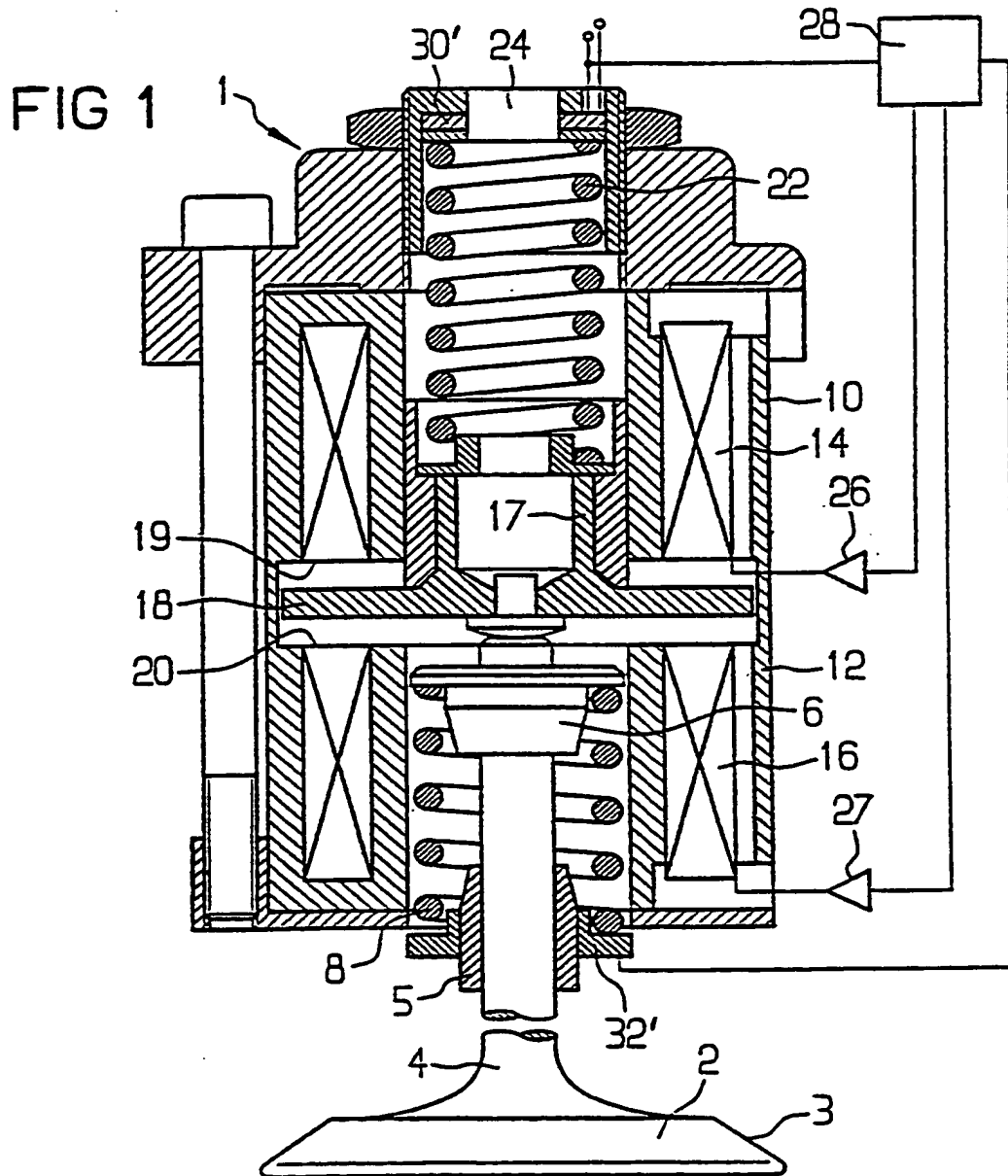
dann den Ausgang des Differenzverstärkers (30) der anderen Spule (16, 14) auswertet.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 mit 4,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Offsetfehler  $I_0$  mehrmals ermittelt und tiefpassgefiltert wird.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1/4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

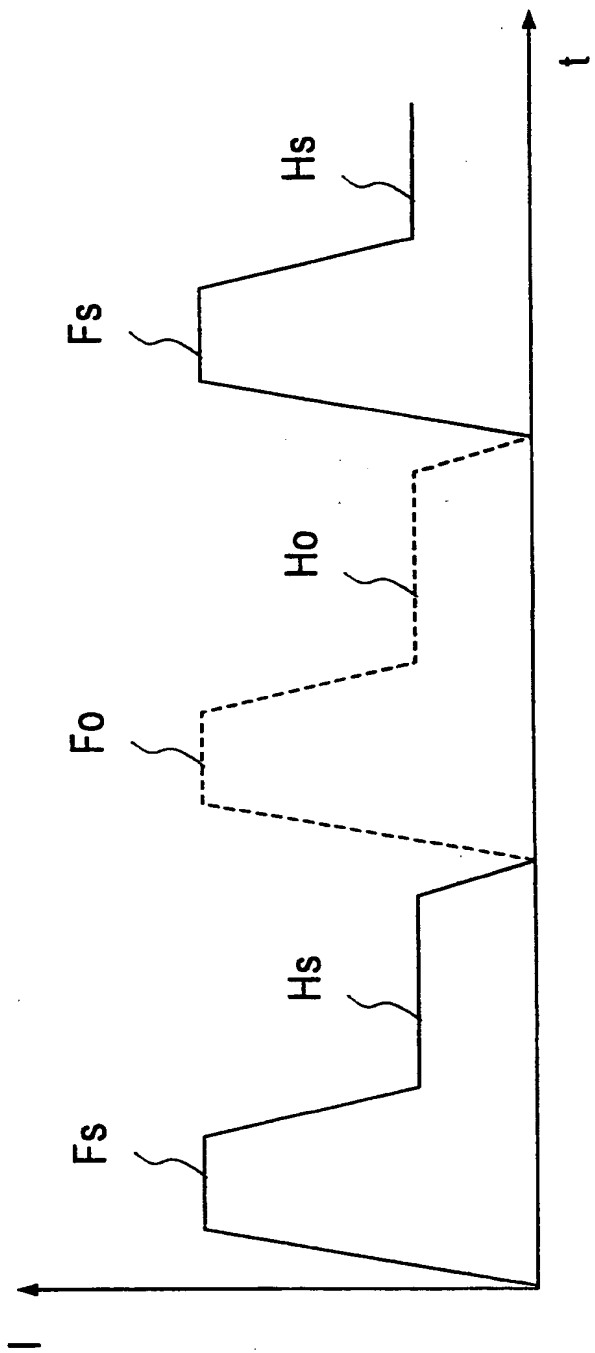


Fig 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

3/4

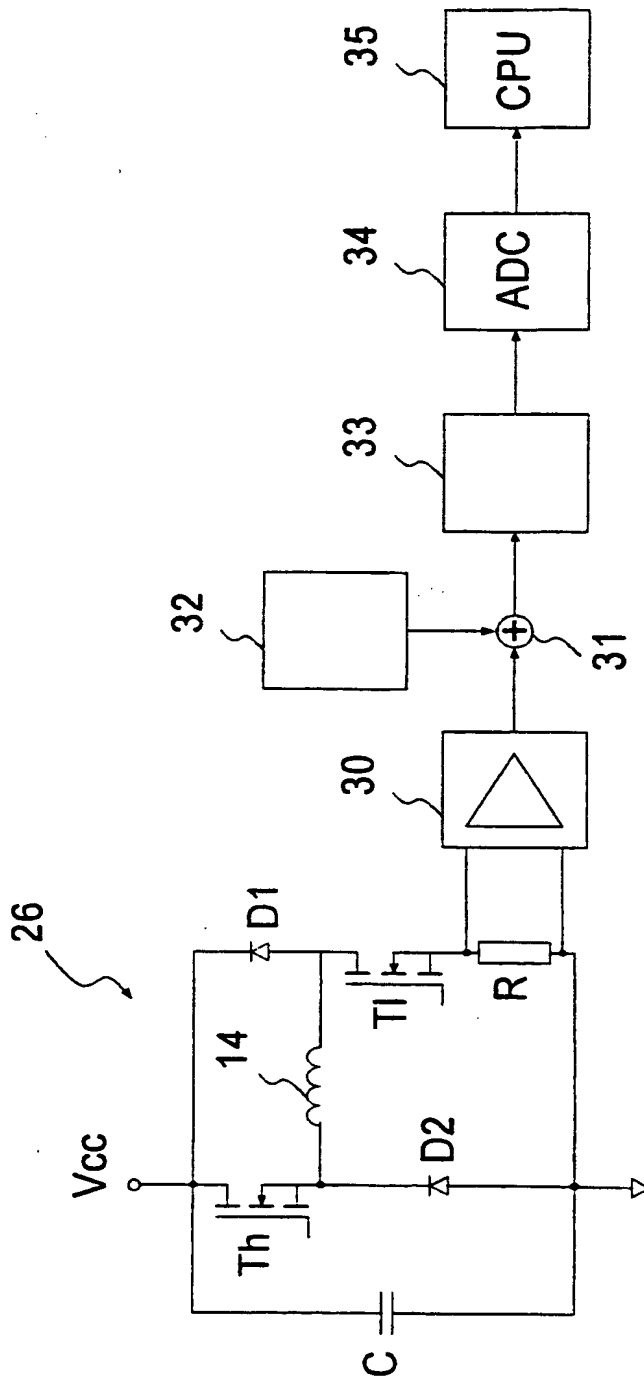


Fig 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4/4

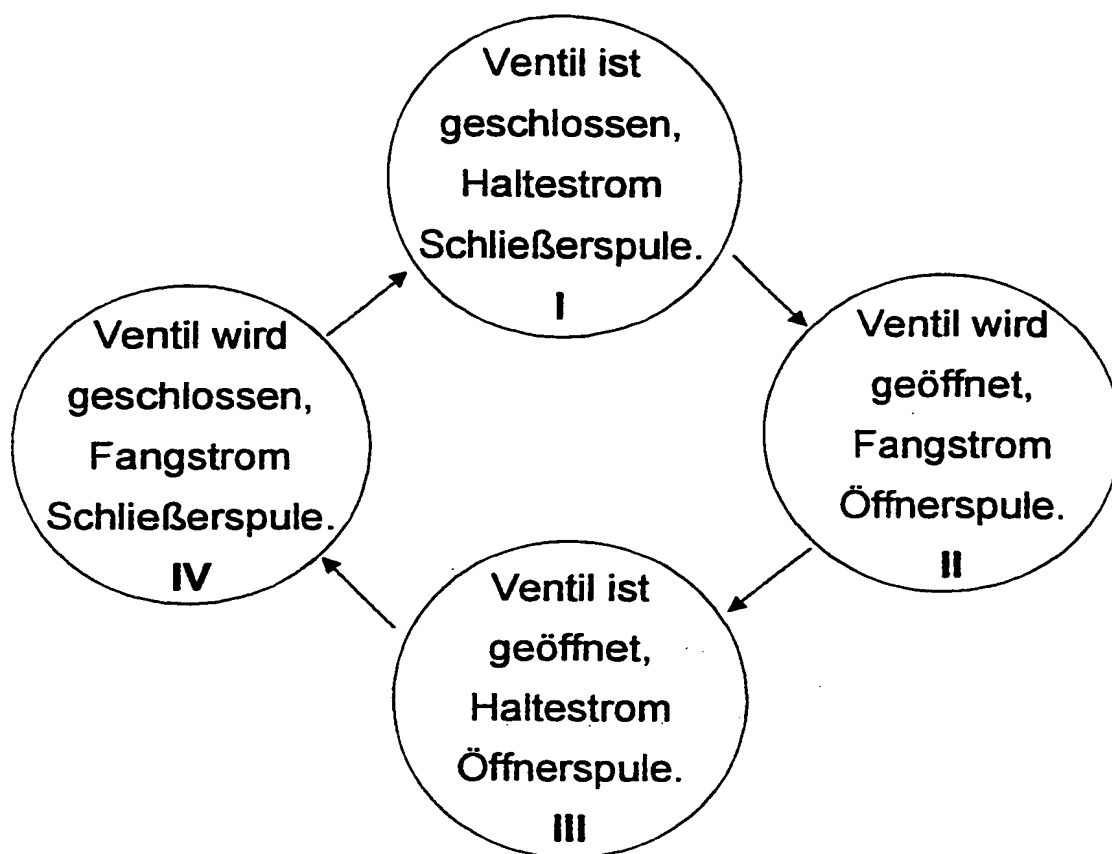


Fig 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 00/02691

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01R19/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 34 29 854 A (ZAHNRADFABRIK) 14 March 1985 (1985-03-14) cited in the application claim 1	1
A	DE 39 42 167 A (FUJI) 28 June 1990 (1990-06-28) claim 1	1,5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 January 2001

Date of mailing of the international search report

26/01/2001

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoornaert, W

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02691

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 3429854	A	14-03-1985	NONE		
DE 3942167	A	28-06-1990	JP	2168172 A	28-06-1990
			JP	2168173 A	28-06-1990
			GB	2226888 A	11-07-1990

# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02691

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01R19/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 34 29 854 A (ZAHNRADFABRIK) 14. März 1985 (1985-03-14) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 1	1
A	DE 39 42 167 A (FUJI) 28. Juni 1990 (1990-06-28) Anspruch 1	1,5

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Januar 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/01/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hoornaert, W

# INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02691

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3429854	A	14-03-1985	KEINE		
DE 3942167	A	28-06-1990	JP	2168172 A	28-06-1990
			JP	2168173 A	28-06-1990
			GB	2226888 A	11-07-1990